

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Tuotantojohtaminen

2018

Pauli Rautanen

RIVITALON MAANVASTAISEN ALAPOHJAN TEHTÄVÄSUUNNITELMA



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka, Tuotannon johtaminen

2018 | 42 + 5

Pauli Rautanen

RIVITALON MAANVASTAISEN ALAPOHJAN TEHTÄVÄSUUNNITELMA

Opinnäytetyössä käsitellään tehtäväsuunnittelua ja tehtäväsuunnitelman tekoa. Työn päätavoitteena on laatia esimerkkikohteen pohjalta yleispätevä, sähköisessä muodossa oleva, esitetyt tehtäväsuunnitelmalomake maanvastaisista alapohjatoista Rakennusliike Kemppe Oy:lle. Esimerkkikohteenä käytetään Naantalin Taso Oy:tä, joka on kaksikerroksinen seitsemän asunnon rivitalo Naantalissa.

Työn alussa esitellään esimerkkikohde pääpiirteittäin sekä käytetyt rakennetyypit ja työvaiheet yksityiskohtaisesti. Tehtäväsuunnittelua ja tehtäväsuunnitelman sisältöä tarkastellaan aluksi yleisellä tasolla, minkä jälkeen perehdytään maanvastaisen alapohjan tehtäväsuunnitelman sisältöön. Opinnäytetyön lopputuotoksena on erillinen tehtäväsuunnitelmalomake, jonka tarkoituksena on helpottaa alapohjatoiden työvaiheiden ennakkosuunnittelua sekä parantaa niiden ajallista, laadullista sekä taloudellista onnistumista.

ASIASANAT:

tehtäväsuunnittelu, tehtäväsuunnitelma, alapohja, laatuvaatimus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Bachelor of Civil Engineering, Construction management

2018 | 42 + 5

Pauli Rautanen

TASK PLAN FOR SLAB-ON-GRADE STRUCTURE FOR ROW HOUSE BUILDING

The subject of this thesis is task planning and making of a specific task plan. The main objective was to create generally applicable pre-filled form for building a slab-on-grade based on the case site. The case site is a two-story row house with seven apartments.

The first section introduces the main features and used structure types of the case site. The mid-section considers the basics of task planning followed by detailed task plan for slab-on-grade structure. The end result of this thesis is an application form of task planning to improve the success rate for quality, schedule and financial balance making of slab-on-grade.

KEYWORDS:

task planning, task planning worksheet, ground floor, quality requirement

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
1.1 Tausta	7
1.2 Työn tavoitteet	7
1.3 Työn rajaus	8
1.4 Tutkimusmenetelmät	8
1.5 Alapohjatyypit	8
2 ESIMERKKIKOHDE	10
2.1 Rakennetyypit	11
2.2 Putkiasennus	12
2.3 Täytöt	13
2.4 Lämmöneristys	14
2.5 Raudoitus	15
2.6 Betonointi	16
3 TEHTÄVÄSUUNNITTELU	18
3.1 Tehtäväsuunnitelman tarve ja laadinta	19
3.2 Tehtäväsuunnitelman lähtötiedot	20
3.3 Tehtäväsuunnitelman sisältö	21
3.3.1 Tehtävän sisällön ja painopisteiden määrittäminen	21
3.3.2 Riskien tunnistaminen	22
3.3.3 Ajallinen suunnittelu ja ohjaus	22
3.3.4 Kustannusten suunnittelu ja valvonta	24
3.3.5 Tehtävän edellytysten varmistaminen	26
3.3.6 Laatuvaatimusten selvittäminen ja laadunvarmistus	27
4 TEHTÄVÄSUUNNITELMA MAANVASTAISESTA ALAPOHJASTA	29
4.1 Työmaan turvallisuusvelvoitteet	29
4.2 Tehtävän sisältö	30
4.3 Tehtävän potentiaalisten ongelmien analyysi	31
4.4 Tehtävän aikataulu ja välitavoitteet	33
4.5 Laatuvaatimukset	33
4.5.1 Putkiasennus	33
4.5.2 Täytöt	34

4.5.3 Lämmöneristys	35
4.5.4 Raudoitus	36
4.5.5 Betonointi	37
5 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	41

LIITTEET

- Liite 1. Asuintilojen alapohjarakenne
 Liite 2. Märkätilojen alapohjarakenne
 Liite 3. Kantavan teräsbetoniilaatan liittyminen sokkelipalkkiin

KAAVAT

Kaava 1. Kokonaistyömenekin laskeminen.	23
Kaava 2. Työryhmän koon laskeminen.	23
Kaava 3. Työn keston laskeminen työvuoroissa (tv).	23

KUVAT

Kuva 1. Rivitalon julkisivukuva.	10
Kuva 2. Sisäpuolinen putkiasennus.	12
Kuva 3. Sisäpuolinen sepelitäyttö.	13
Kuva 4. Sisäpuolinen lämmöneristys.	14
Kuva 5. Kantavan teräsbetoniilaatan raudoitus.	15
Kuva 6. Betonointikalusto.	16
Kuva 7. Maanvastaisen kantavan teräsbetoniilaatan betonointi.	17

KUVIOT

Kuvio 1. Opinnäytetyön rajaus.	11
Kuvio 2. Työmaan suunnitteluketju.	18
Kuvio 3. Tehtäväsuunnitelman lähtötiedot.	20
Kuvio 4. Esimerkki kustannustavoitteen tarkistamisesta.	25
Kuvio 5. Tehtävän suorittamisen edellytyksiä.	26
Kuvio 6. Työnaikainen laadunvarmistus.	28

Kuvio 7. Toiminnalliset ongelmat.	31
Kuvio 8. Tekniset ja hankinnan ongelmat.	32
Kuvio 9. Täyttöjen rakeisuusvaatimukset.	35
Kuvio 10. Kapillaarikerroksen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset.	35
Kuvio 11. Pääraudoituksen sijainnin sallitut mittapoikkeamat.	37
Kuvio 12. Laatutekijöiden valintaohje.	38
Kuvio 13. Suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat.	38
Kuvio 14. Lattian kulutuskestävyysvaatimukset.	39

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Lukuisat esiin tulleet rakennusvirheet todistavat, että maanvastaiset betonilattiat luovat yhä haasteita rakentamiseen. Nämä rakennusvirheet kertovat myös siitä, että betonilattioita ei koeta rakenteena eikä niiden laatuun kiinnitetä tarpeeksi huomiota. Betonilattioiden rakentamisessa suurin osa korjausta vaativista virheistä liittyvät betonin halkeiluun ja nurkkien nousuun, pinnan tasaisuuteen, erilaisiin pintojen virheisiin sekä mekaanisiin ominaisuuksiin. Merkittävät kustannuserät rakennuksen käyttövaiheessa tai jo ennen luovutusta aiheuttavat puutteellista suunnittelua ja laiminlyöntejä. Yleisesti voidaan todeta, että laadun kustannuksella saatavat säästöt aiheuttavat lopulta ainoastaan lisäkustannuksia. (Petrov 2010, 36.)

Betonirakennusvirheistä 10 % liittyy betonilattioihin. Betonilattioihin liittyvät taloudelliset menetykset ovat vain osa virheiden aiheuttamista vaikutuksista. Rakennusvirheet voivat aiheuttaa myös terveydellisiä ongelmia. Maapohjassa oleva kosteus voi tunkeutua lattiarakenteisiin ja siten aiheuttaa kosteus- ja homevaurioita. Myös rakenteen puutteellinen tiivistys saattaa aiheuttaa sisäilmaongelmia radonin muodossa. (Petrov 2010, 36.)

1.2 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena on laatia yleispätevä, sähköisessä muodossa oleva maanvastaisten alapohjatöiden tehtäväsuunnitelmalomake Rakennusliike Kemppe Oy:lle. Tehtäväsuunnitelmalomake tulee olemaan esitäytetty, jotta sen käyttöönotto olisi mahdollisimman helppoa. Tehtäväsuunnitelmassa käsitellään putkiasennus-, täyttö-, eristys-, muotti-, rauditus- ja betonointityöt. Tehtäväsuunnitelmalla pyritään saavuttamaan kyseiselle tehtävälle asetetut vaatimukset sekä saamaan merkittäviä lisäsäästöjä töiden paremmalla ennakkosuunnittelulla ja töiden menestyksekkäällä yhteensovittamisella.

Osatavoitteina on tarkoitus tutkia maanvastaisen alapohjatyön ajallista osa-aluetta sekä tehtäväsuunnittelun kautta vaikuttaa työturvallisuuden parantamiseen sekä työssä piilevien riskien ennaltaehkäisemiseen ja -huomioimiseen. Hyvällä tehtäväsuunnittelulla voidaan parantaa kyseisen työvaiheen laadullista ja taloudellista onnistumista. Laadun ja

taloudellisuuden kuljettaminen toistensa rinnalla sillä tavalla, että molemmilla osa-alueilla onnistutaan, on haastavaa. Tavoitteena on onnistua työssä siten, että Rakennusliike Kemppe Oy saa tehtäväsuunnittelulomakkeesta oivan työkalun laadun ja taloudellisuuden hallintaan.

1.3 Työn rajaus

Opinnäytetyö rajautuu maanvastaisen alapohjan tehtäväsuunnitelman tekoon, joka sisältää putkiasennuksen, täyttö-, eristys-, rauditus- ja betonointityöt. Työssä sivutaan lattialämmitystä sekä pintavalua ainoastaan pintarakenteiden asettamien vaatimusten osalta, sillä ne kuuluvat eri nimikkeen alle. Työssä tutkitaan myös alapohjatöiden taloudellista sekä aikataulullista merkitystä. Työssä on käytetty mallikohteen alapohjarakenteita sekä suunnitelma-asiakirjoja tehtäväsuunnittelomalomakkeen laatimiseen. Laadittu lomake soveltuu yleispätevänä myös muiden vaatimuksiltaan saman tasoisten kohteiden tehtäväsuunnitteluun.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Tehtäväsuunnittelomalomakkeen laadinnassa käytetään Ratu-kortiston työvaihekohtaisia aineistoja. Alapohjatöiden laatuvaatimuksia sekä muita laatuun liittyviä tietoja poimitaan rakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista (RYL). Tietoa kerätään myös erinäisistä kirjoista, aiheeseen liittyvistä julkaisuista, kohteen suunnitelma-asiakirjoista sekä työmaalla työskenteleviltä työntekijöiltä. Tehtäväsuunnittelomalomakkeen sisältö on rajattu mallikohteen rakenteiden mukaisesti.

1.5 Alapohjatyypit

Maanvarainen alapohja tarkoittaa alapohjaa, jossa teräsbetonilaatta on perustettu tiivistetyn alapohjan täytön sekä lämmöneristeen varaan. Maanvarainen alapohja käyttäytyy kuten alla oleva maa-aines. Maa-aineksen tai eristeen painuessa saattaa laattaan syntyä halkeamia tai kallistuksia. Maanvaraisessa alapohjassa ensiarvoisen tärkeää on kapillaarikatko lämmöneristeen alapuolella, jotta betonilaattaan ei pääse nousemaan maakosteutta. Jos maakosteutta nousee betoniin, syntyy homevaurioita ja sitä kautta terveydellisiä haittoja käyttäjille. (R. Kemppe, henkilökohtainen tiedonanto 26.1.2018.)

Maanvastaisessa kantavassa alapohjassa on teräsbetoni-laatta, joka kantaa sokkelin päältä. Maanvastaisessa kantavassa alapohjassa on tärkeää, että lämmöneristeen alapuolinen täyttö toimii kapillaarikatkona ja on tiivistetty niin hyvin, ettei ajan saatossa täyttömateriaalissa tapahdu painumia. Täyttömateriaalin painuessa laatan ja täyttömateriaalin väliin jää ilmatila, mikä aiheuttaa kosteuden nousemista betoni-laattaan. (R. Kemppe, henkilökohtainen tiedonanto 26.1.2018.)

Tuulettuva alapohja tarkoittaa alapohjaa, jossa kantavassa teräsbetoni-laatatassa on lämmöneriste kiinnitettynä ja lämmöneristeen alapuolella on painovoimaisesti tai koneellisesti tuulettuva ilmatila. Tuulettuvan alapohjan ilmatilan ilmanvaihdon tulee olla tietynlainen eikä tilaan saa päästä muodostumaan lammikoita tai muuta ylimääräistä kosteutta, jotta vältetään kosteusvaurioita. (R. Kemppe, henkilökohtainen tiedonanto 26.1.2018.)

Esimerkkikohteeseen valittiin alapohjatyypiksi maanvastainen kantava alapohja kustannussyistä. Kohteessa oli peruskallio niin lähellä, että tuulettuva alapohja olisi aiheuttanut massiivisia louhintoja kohteessa. (R. Kemppe, henkilökohtainen tiedonanto 26.1.2018.)

2 ESIMERKKIKOHDE

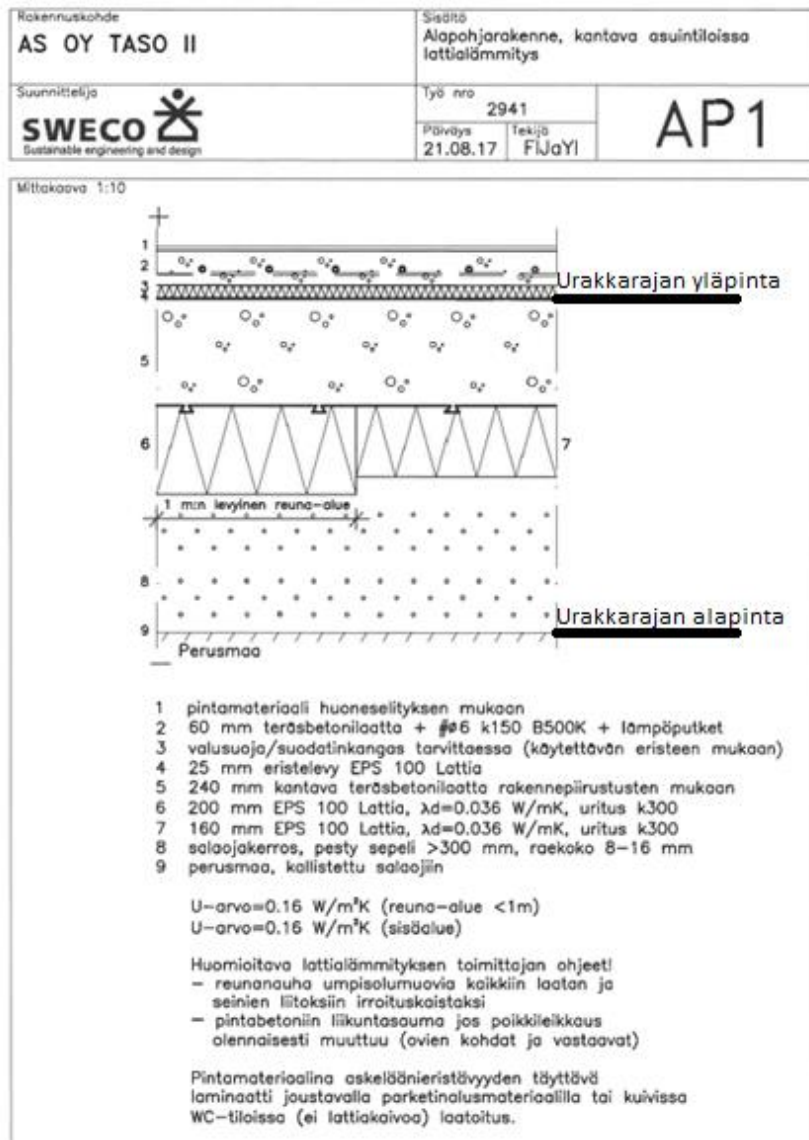
Tehtäväsuunnitelman työkohte sijaitsee Naantalin Karjaluodossa, missä Rakennusliike Kemppe Oy rakentaa Asunto-oy Naantalin Taso (kuva 1). Kohde käsittää kaksi seitsemän asunnon kaksikerroksista rivitaloa, joista tässä työssä käsitellään vain toista. Huoneistojen pinta-alat vaihtelevat 108,5 – 122 m². Jokaisella huoneistolla on oma erillinen puolilämmin varistorakennus sekä taloyhtiöllä erillinen tekninen tila. Jokaisessa huoneistossa on oma erillinen maalämpö. Kohteen alapohja toteutetaan maanvastaisena kantavana alapohjana ja huoneistojen väliseinät kantavina paikallavaluseiminä. Kohteen pääsuunnittelijana toimii Sigge Arkkitehdit Oy ja rakennesuunnittelijana Sweco Rakennetekniikka Oy. Työt työmaalla on aloitettu syksyllä 2017 ja ensimmäisen, tässä työssäkin käsiteltävän rivitalon on tarkoitus olla valmiina vuoden 2018 joulukuussa. (R. Kemppe, henkilökohtainen tiedonanto 26.1.2018.)



Kuva 1. Rivitalon julkisivukuva.

2.1 Rakennetyypit

Tämän työn tehtäväsuunnitelmassa käsiteltävässä maanvastaisessa alapohjassa on käytetty liitteiden 1 ja 2 mukaisia rakennetyyppejä. Liitteiden mukaiset rakennetyypit ovat maanvastaisessa alapohjassa yleisiä. Tehtäväsuunnitelman urakkarajana alapinnassa on perusmaan yläreuna ja yläpinnassa kantavan teräsbetonilaatan yläpinta sekä kantavan teräsbetonilaatan pinnan vaatimukset tulevan pintavalun ja -materiaalin mukaan. Urakkaraja esitetään kuviossa 1. Pintavalua ja lattian pintarakenteita ei käsitellä tehtäväsuunnitelmassa, koska ne kuuluvat ajallisesti eri kokonaisuuteen.



Kuvio 1. Opinnäytetyön rajaus.

2.2 Putkiasennus

Ulkopuoliset putkiasennukset kuuluivat maanrakennusurakkaan. Sisäpuolisten putkikaivantojen tekeminen, täyttäminen ja materiaalit kuuluivat rakennusurakkaan (kuva 2). Varsinaisten putkien asennus oli putkiurakkaan sisältyvä. Putkikaivantojen pohjat on rakennusurakassa tasattu ja tiivistetty suunnitelmissa osoitettuihin kaltevuuksiin. Putkikaivannoissa on käytetty raekooltaan maksimissaan 16 mm salaojasoraa. Pitkittäisari-noissa on käytetty vähintään 50 mm paksuja ja 3 metriä pitkiä painekyllästettyjä lankkuja. Käytettävät putket on varastoitu valmistajan ohjeiden mukaisesti ja ne on tarkistettu ennen putkiasennusta, jotta niihin ei ole tullut vaurioita siirtojen aikana. Putkiasennus ja putkikaivantojen teko on noudattanut MaaRYL 2010- ja Rakennustöiden laatu 2017- ohjeita. (T. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 14.1.2018.)



Kuva 2. Sisäpuolinen putkiasennus.

2.3 Täytöt

Sisäpuolinen sepelitäyttö (kuva 3) kuului maanrakennusurakkaan. Täytön alapuolella on peruskalliota sekä louhinnasta tullutta louhosta. Sisäpuolinen sepelitäyttö on tehty kokonaisuudessaan raekooltaan 8–16mm:n pestyllä sepelillä, jossa ei ole ollenkaan hienoainesta. Täyttö toimii rakenteessa kapillaarikatkona. Sisäpuolisen täytön paksuus on minimissään 300 millimetriä. Sepelin toimittajalta on vaadittu rakeisuuskäyrä, jotta voidaan varmistua veden kapillaarisen nousun estymisestä. Sepelitäyttö on tiivistetty kerroksittain valssiyrällä. (T. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 14.1.2018.)



Kuva 3. Sisäpuolinen sepelitäyttö.

2.4 Lämmöneristys

Sisäpuolinen lämmöneristys toteutettiin Thermisol EPS 100 Lattia-eristeitä käyttäen (kuva 4). Eristys on tehty asentamalla rakennuksen reuna-alueille 1 metrin levyisenä 200mm:n eristelevy sekä muualle vakiokokoinen 160mm:n eristelevy. Kyseisillä eristepaksuuksilla saavutetaan alapohjarakenteen U-arvo 0,16 W/m²K. Putkiläpivientien kohdalla on eristelevy muotoiltu mahdollisimman tarkasti myötäilemään putken muotoja. Thermisol EPS 100 Lattia-eristeet sopivat loistavasti perusmuurin sisäpuoliseen maanvaraisen laatan eristämiseen, sillä ne sallivat paksujen eristekerrosten tekemisen ilman haitallisten painumien syntyä. Paksun alapohjan eristekerroksen tekeminen tuo suhteessa hyvin pieniä lisäkustannuksia, mutta saa aikaan melkoisia säästöjä lämmityskuluissa ajan kuluessa. EPS 100 Lattia-eristeiden pitkäaikaiset ominaisuudet ovat tutkitusti luotettavat. Eristeet toimivat myös kapillaarikatkona sekä kestävät rakennusaikaisia sääaltistuksia. Eristelevyt ovat hyviä työstää sekä helppoja asentaa, mikä säästää aikaa ja kustannuksia. (Thermisol Oy, tuoteluettelo 2017, 4.)



Kuva 4. Sisäpuolinen lämmöneristys.

2.5 Raudoitus

Raudoitus tehtiin kahteen tasoon (kuva 5), koska kantava teräsbetonilaatta on 240 millimetriä paksu. Eristeen päälle asennettu alempi rauditusverkko on tukitassujen päällä, jotta suojaetäisyys 30 millimetriä täyttyy. Ylempi verkko on asennettu siten, että suoja-betonia jää pintaan 20 millimetriä. Ylempi verkko on asennettu raudoitteesta väännettyjen tukitassujen päälle ja sidottu niihin. Laatan reunoilla kiertää hakaset, jotka sitovat rauditusverkot keskenään. Raudoituksessa on asennettu myös kantavien väliseinien tartunnat valmiiksi sekä muut irtoraudoitukset. Raudoitteina on käytetty A500HW. laatuisia betoniraudotteita. Rauditusverkot ovat 10/10-250/250 kokoisia. Raudoituksista on pidetty raudoituskatselmus. (T. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 14.1.2018.)



Kuva 5. Kantavan teräsbetonilaatan raudoitus.

2.6 Betonointi

Betoni kuljetetaan työmaalle pyörintäsäiliöautolla valmisbetonitehtaalta. Pyörintäsäiliöllä varustettujen autojen kapasiteetti on yleensä maksimissaan 5–6 m³, kuitenkin aina 10 m³:iin asti. Pyörintäsäiliöllä varustettujen autojen isona etuna voidaan pitää sitä, että kuljetuksen aikana mahdollisesti huonontunut betoni saadaan sekoitettua tasalaatuiseksi. Pyörintäsäiliöauto mahdollistaa myös betonin notkistamisen työmaalla erillisillä lisäaineilla. (Betoniteollisuus ry 2018, Betonin kuljetus ja siirto.)

Työmaalla on useita eri keinoja siirtää betonia. Betonin siirtoon työmaalla on käytetty kuitenkin erillistä betonipumppuautoa, joka näkyy kuvassa 6. Betonipumppuautoa esimerkiksi kohteessa on käytetty pitkien siirtomatkojen sekä suuren betonimäärän takia. Betonipumppuauto saavuttaa betonin vaakasuuntaisessa siirrossa jopa 40 metrin ulottuvuuden. Erilliselle pumppuautolle on jätettävä tilaa tukijalkojen levitystä varten sivuille sekä taakse pyörintäsäiliölliselle purkuautolle. Betonipumppuauto tarvitsee sivuilleen vähintään 3 metriä tilaa sekä pituussuunnassa on varattava tilaa 20 metriä. (Betoniteollisuus ry 2018, Betonin kuljetus ja siirto.)



Kuva 6. Betonointikalusto.

Betoni siirrettiin kohteeseen betonipumppuautolla. Betonoinnin suoritti kolmen miehen valuihin erikoistunut työryhmä, jossa työt oli jaettu siten, että yksi käytti pumppua, yksi tiivistä betonia ja viimeinen tasasi pinnan oikolaudalla, kuten kuvassa 7 esitellään. Yksi työryhmän työntekijöistä merkkasi korkeudet, joita noudatettiin tasauksessa. Betonipin-

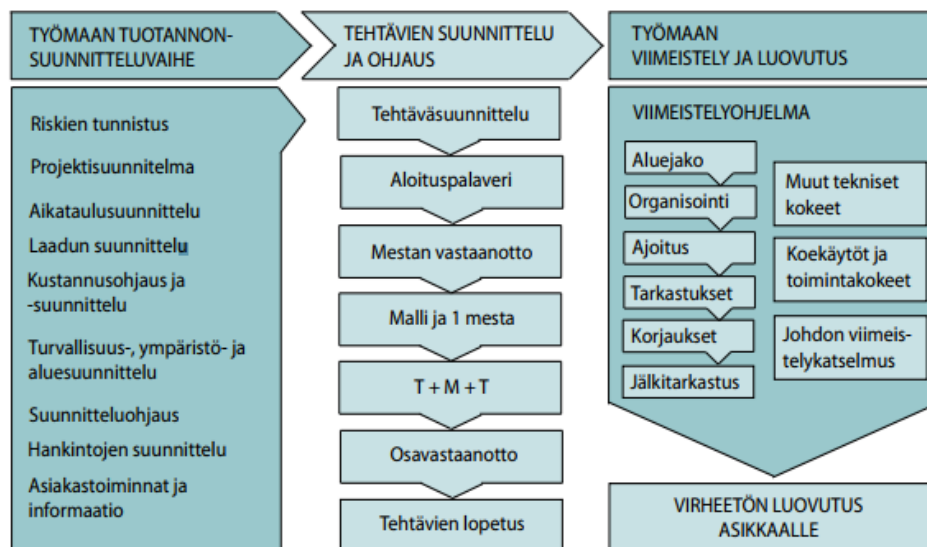
nan hiertoa ei tehty, koska kyseessä on raakavalu, jonka päälle asennetaan sisävalmistusvaiheessa eristelevy, lattialämmitys sekä 60 mm:n pintavalu. Kantavan teräsbetoni-laatan pinta jäi oikolaudan jäljille. Teoreettinen betonimäärä kohteessa oli, 225 m^3 ja betonoitava ala oli 935 m^2 . (T. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 14.1.2018.)



Kuva 7. Maanvastaisen kantavan teräsbetoni-laatan betonointi.

3 TEHTÄVÄSUUNNITTELU

Rakennustuotannon tuotannonohjauksella pyritään käyttämään tuotantopanokset taloudellisesti, tehokkaasti ja tarkoituksenmukaisesti. Tuotannonohjaus koostuu jo suunnitteluvaiheessa asetetuista tavoitteista, itse suunnittelusta, työnaikaisesta ohjauksesta sekä tuotannon valvonnasta (kuvio 2). Koko hankkeen kattavaa, asteittain tarkentuvaa läpiviennin ja yksittäisen aikataulutehtävän suunnittelun sisältävää suunnittelua kutsutaan *tuotannonsuunnitteluksi*. Tehtäväsuunnittelu on työmaatuotannon johtamisen väline sekä tuotannonsuunnittelun osa, jolla varmistetaan yksittäisen tehtävän ajalliset ja taloudelliset tavoitteet sekä laadulliset vaatimukset tavoitearvion ja yleisaikataulun mukaisesti. Tehtäväsuunnittelu varmistaa myös, että ennen varsinaisen työn aloitusta siihen osallistuvilla tekijöillä on yhteinen käsitys työtä koskevista tavoitteista ja vaatimuksista sekä polusta, jolla ne saavutetaan. (Kankainen & Junnonen, 1999, 6.)



Kuvio 2. Työmaan suunnitteluketju (Ratu S-1229, 9).

3.1 Tehtäväsuunnitelman tarve ja laadinta

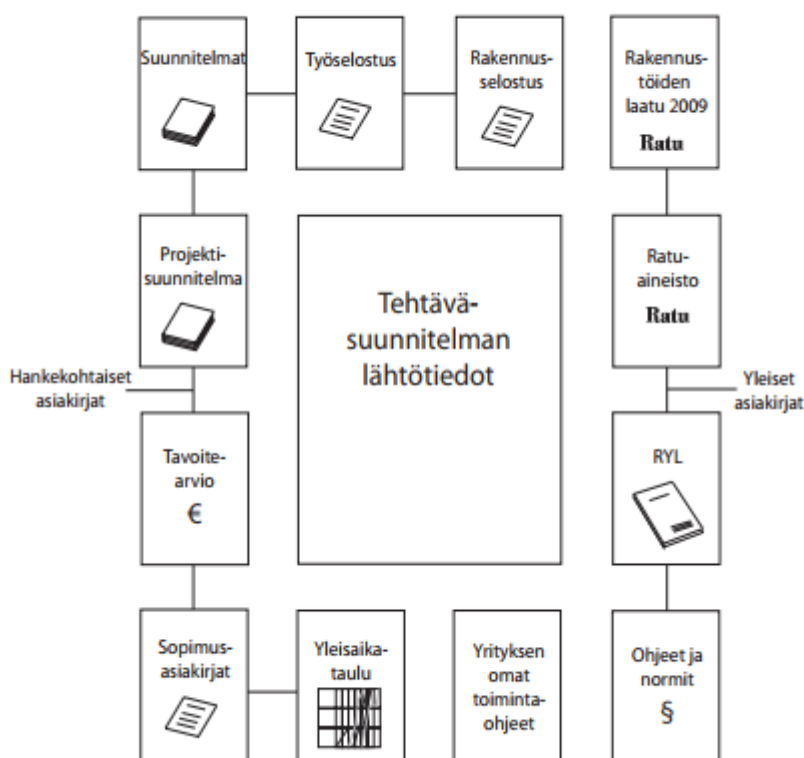
Tehtäväsuunnitelma on työmaalla osa työjärjestelyä kuten perinteinen viikkosuunnittelu. Kuitenkin tehtäväsuunnittelu vähentää merkittävästi viikkosuunnittelun tarvetta sekä poikkeaa perinteisestä viikkosuunnittelusta siten, että tehtäväsuunnittelussa suunnitellaan tehtäväkokonaisuudet alusta loppuun, mikä mahdollistaa niiden ohjaamisen kokonaisuuksina. Perinteinen viikkosuunnittelu johtaa helposti hajautettuihin suunnitelmiin, joiden perusteella kokonaisuuden ohjaaminen on lähes mahdotonta. (Kankainen & Junnonen, 1999, 6.)

Laadintaperusteena tehtäväsuunnitelmalle voi olla esimerkiksi se, että suunniteltava tehtävä on ajallisesti kriittinen. Ajallisesti kriittinen tehtävä tarkoittaa, että tehtävä on pitkäkestoinen tai tehtävä tahdistaa työmaan muita tehtäviä siten, että koko työmaan aikataulun toteutuminen on kiinni yksittäisen tehtävän aikataulusta. Muita laadintaperusteita ovat esimerkiksi tehtävän korkeat laatuvaatimukset, virhealttius ja taloudellinen merkityksellisyys. (Ratu KI-6021, 101.)

Tehtäväsuunnitelmaa käytetään lähtötietona työkaupan tai aliurakoiden sopimuksille, hankintapyyntöjen valmisteluun, logistiikan järjestelyyn, kone- ja kalustovarausten tekkoon sekä laadunvarmistuskeinojen määrittelyyn. Tehtäväsuunnitelman laatii kyseisen tehtävän vastuullinen työnjohtaja. Tehtävälle asetettujen tavoitteiden ja vaatimusten saavuttamiseksi hän valitsee käytössä olevien resurssien puitteissa ne keinot, joilla hän aikoo toteuttaa tehtävän. (Kankainen & Junnonen, 1999, 7.)

3.2 Tehtäväsuunnitelman lähtötiedot

Ajalliset, taloudelliset sekä rakennetta ja sen toteuttamista koskevat laatuvaatimukset muodostetaan tehtävälle tehtäväsuunnitelman lähtötietojen perusteella (kuvio 3). Lähtötiedot jaetaan hankekohtaisiin asiakirjoihin, yleisiin asiakirjoihin sekä yrityskohtaisiin tietoihin ja menettelyihin. Hankekohtaisia asiakirjoja ovat urakkasopimusasiakirjat, työmaan laatusuunnitelma, työselostukset, rakennusselostus, piirustukset, alue- ja turvallisuussuunnitelmat, tavoitearvio sekä yleisaikataulu. Yleisiä asiakirjoja ovat Rakennustöiden laatu 2017 -kirja, Korjaustöiden laatu 2011 -kirja, Ratu-menetelmä- ja menekkitiedosto, Ratun Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa – vihot, sekä By:n, RIL:n ja TRY:n julkaisemat ohjeet. Yrityskohtaisia tietoja ja menettelyjä ovat yrityksen laatujärjestelmä, työmenekkitiedostot, hinnastot sekä yrityksen omat toimintaohjeet. (Ratu S-1228.)



Kuvio 3. Tehtäväsuunnitelman lähtötiedot (Ratu S-1228).

3.3 Tehtäväsuunnitelman sisältö

Tehtäväsuunnitelma koostuu pääasiassa tehtävän sisällön ja painopisteiden määrittämisestä, riskien tunnistamisesta, ajallisesta suunnittelusta ja ohjauksesta, kustannusten suunnittelusta ja valvonnasta, tehtävän edellytysten varmistamisesta, laatuvaatimusten selvittämisestä sekä laadunvarmistuksesta. Alla olevissa luvuissa käydään tehtäväsuunnitelman sisältö tarkemmin läpi kohta kohdalta. Todellisuudessa tehtäväsuunnitelman laatiminen ei välttämättä ole niin yksioikoista, kun luvut esittävät, vaan sitä täydennetään tiedon lisääntyessä. (Ratu S-1228, 8.)

3.3.1 Tehtävän sisällön ja painopisteiden määrittäminen

Kun aloitetaan tehtävän määrittäminen, tulee miettiä, mitä erityistä tehtävässä on ja miksi juuri kyseisestä tehtävästä tehdään tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnitelman sisällössä otetaan sen erityispiirteet huomioon. Esimerkiksi ajallisesti kriittisessä tehtävässä tulee suunnitelmassa painottaa tehtävän aikataulua sekä aikatauluun liittyviä riskejä ja sen valvonta- ja ohjauskeinoja. Tehtävän työsisällön ja siihen kuuluvien osatehtävien sekä työn laajuuden määrittäminen on tehtäväsuunnittelun ensimmäinen vaihe. Tehtäväsuunnittelun tulee sisällöltään vastata työkaupan tai aliurakan sisältöä. (Ratu S-1228, 8.) ”Tehtävän sisältö esitetään kuvaamalla:

- alkutila, jollaisena työryhmä ottaa tehtävän tai työkohteen vastaan
- työsisältö ja tehtävään kuuluvien osatehtävien luettelo, joka sisältää tai poissulkee ylläpitävät työt kuten työkohteen siivouksen, siirrot, valmiin työn tai ympäristön suojauksen ja jälkihoidon sekä
- lopputila, jollaisena työryhmä luovuttaa tehtävän tai kohteen seuraavalle työryhmälle.” (Ratu S-1228, 8.)

Tehtäväsuunnittelun tarkoituksena on muodostaa selkeä kuvaus tehtävästä sekä tehtävään liittyvät vaatimukset ja rajapinnat. Ajallisen suunnittelun yhteydessä tehtävän laajuus ja sen osatehtävät tulee esittää siten, että työmenekin laskeminen on mahdollista. Tehtävän tarkoitus on edetä sujuvasti ilman viivästyksiä muiden työmaatehtävien kanssa, joten työsisällön määrittäyksessä se tulee huomioida ja varmistaa. Tehtävän

suorittaminen suunnitellusti vaatii työkohteelta, työntekijöiltä, olosuhteilta ja ympäristöltä edellytettävien asioiden miettimistä jo tehtäväsuunnitteluvaiheessa. (Ratu S-1228, 8.)

3.3.2 Riskien tunnistaminen

Työmaan riskejä pohditaan yleisellä tasolla jo valittaessa tehtäväsuunniteltavia tehtäviä, sillä usein tehtäväsuunnitelma laaditaan riskialttiista tehtävästä. Tehtävään liittyvät riskit käydään tehtäväsuunnitelman laadinnassa läpi ja ne voidaan jakaa positiivisiin ja negatiivisiin riskeihin eli mahdollisuuksiin sekä ongelmiin ja uhkiin. Riskit jaotellaan ajallisiin, taloudellisiin, laadullisiin sekä turvallisuutta vaarantaviin riskeihin. Mietittäessä riskejä apuna käytetään hankkeen suunnitelmia, sopimusasiakirjoja, työselostuksia sekä tärkeimpänä henkilöiden omia kokemuksia. Riskien vakavuus arvioidaan miettien riskien toteutumisien todennäköisyyttä sekä niiden vaikutuksia. Riskejä mietitään, jotta voidaan suorittaa ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä. Riskit, niiden vakavuus ja ennaltaehkäisevät toimet tulee sisällyttää tehtäväsuunnitelmaan (POA), jotta ne tulee käytyä läpi aloituspalaverissa ja huomioitua aikataulu- ja kustannussuunnittelussa. Positiiviset riskit voidaan kirjata omaksi listakseen. (Ratu S-1228, 10.)

3.3.3 Ajallinen suunnittelu ja ohjaus

Vahvasti toisiinsa liittyvät laadunvarmistaminen, ajallinen suunnittelu sekä taloudellinen suunnittelu. Laatutavoitteet voidaan saavuttaa ainoastaan sillä, että aikataulussa on varattu riittävästi tilaa tehtävälle. Tehtävän ajallinen ja laadullinen onnistuminen tarkoittaa myös taloudellista onnistumista, koska korjauskustannukset ja myöhästymiset jäävät pois. (Ratu S-1228, 11.)

Tehtävälle asetettava aikataulutavoite saadaan selville kohteen yleis- tai rakentamisvaihe aikataulusta. Jos kyseisissä aikatauluissa ei ole määritelty tehtävälle aikataulutavoitetta, se täytyy suunnitella huomioiden muu työmaatuotanto sekä aikataulut. Lähtötietoina ajalliselle suunnittelulle käytetään kohteen tarkistettuja määriä sekä Ratu-työmenekkitietoja tai yrityksen omia työmenekkitietoja kyseiselle työsisällölle. Tehtävän työmenekki saadaan laskettua kaavalla 1.

$$\text{Kokonaistyo\textsubscript{menekki [tth]} = M\textsubscript{a\textsubscript{a}r\textsubscript{a} [yks]} \times \text{Ty\textsubscript{o}menekki [tth/yks]}$$

Kaava 1. Kokonaistyo\textsubscript{menekin laskeminen (Ratu S-1228, 11).

Kokonaistyo\textsubscript{menekki\textsubscript{a} korjataan tarpeen mukaan esimerkiksi Ratu-menekkitiedoissa olevien kertoimien avulla, mitk\textsubscript{a} huomioivat kohteen laajuutta, vuodenaikaa sek\textsubscript{a} haastavuutta (Ratu S-1228, 11).

Ty\textsubscript{o}ryhm\textsubscript{a}n koko eli ty\textsubscript{o}ntekij\textsubscript{o}iden m\textsubscript{a}r\textsubscript{a} m\textsubscript{a}r\textsubscript{i}tet\textsubscript{a}n kokonaistyo\textsubscript{menekin avulla kaavalla 2 ja ty\textsubscript{o}n kesto ty\textsubscript{o}vuoroissa lasketaan ty\textsubscript{o}ryhm\textsubscript{a}n koon avulla kaavalla 3 (Ratu S-1228, 11).

$$\text{Ty\textsubscript{o}ryhm\textsubscript{a} [tt]} = \frac{\text{Kokonaistyo\textsubscript{menekki [tth]}}}{\text{Ty\textsubscript{o}n kesto [tv]} \times 8 \text{ h/tv}}$$

Kaava 2. Ty\textsubscript{o}ryhm\textsubscript{a}n koon laskeminen (Ratu S-1228, 11).

$$\text{Ty\textsubscript{o}n kesto [tv]} = \frac{\text{Kokonaistyo\textsubscript{menekki [tth]}}}{\text{Ty\textsubscript{o}ryhm\textsubscript{a} [tt]} \times 8 \text{ h/tv}}$$

Kaava 3. Ty\textsubscript{o}n keston laskeminen ty\textsubscript{o}vuoroissa (tv) (Ratu S-1228, 11).

Ty\textsubscript{o}ryhm\textsubscript{a}n kokoa voidaan joutua muuttamaan suunnitteluvaiheessa siten, ett\textsubscript{a} ty\textsubscript{o}ryhm\textsubscript{a}lle saadaan sopiva p\textsubscript{a}ivitt\textsubscript{a}inen ty\textsubscript{o}m\textsubscript{a}r\textsubscript{a}. Liian suuren ty\textsubscript{o}ryhm\textsubscript{a}n kanssa mestan riitt\textsubscript{a}vyys osoittautuu usein ongelmaksi, kun taas liian pieni ty\textsubscript{o}ryhm\textsubscript{a} kertoo liian l\textsubscript{o}ys\textsubscript{a}st\textsubscript{a} aikataulusuunnittelusta. Ty\textsubscript{o}ryhm\textsubscript{a}n v\textsubscript{a}r\textsubscript{a} koko aiheuttaa aikatauluriskien toteutumista sek\textsubscript{a} haittaa muiden t\textsubscript{o}iden yhteensovittamista. (Ratu S-1228, 11.)

V\textsubscript{a}l\textsubscript{i}tavoitteita tulee suunnitella teht\textsubscript{a}v\textsubscript{a}lle siten, ett\textsubscript{a} yleisaikataulun mukainen kesto on jaettu tavoitteiksi osakohtaisen mukaan. V\textsubscript{a}l\textsubscript{i}tavoitteita laadittaessa tulee ottaa huomioon ty\textsubscript{o}kohteissa esiintyv\textsubscript{a} ty\textsubscript{o}m\textsubscript{a}r\textsubscript{i}en vaihtelu. Teht\textsubscript{a}v\textsubscript{a}n aikataulu voidaan esitt\textsubscript{a} eri tavoilla, kuten paikka-aikakaaviona, jana-aikatauluna tai vinjettikuvana. Aikataulun esitysmuodosta huolimatta v\textsubscript{a}l\textsubscript{i}tavoitteet tulee merkata teht\textsubscript{a}v\textsubscript{a}n aikatauluun, sill\textsubscript{a} ty\textsubscript{o}n ajallista etenemist\textsubscript{a} seurataan v\textsubscript{a}l\textsubscript{i}tavoitteiden avulla. Aikataulu sek\textsubscript{a} v\textsubscript{a}l\textsubscript{i}tavoitteet k\textsubscript{a}yd\textsubscript{a}n l\textsubscript{a}pi aloituspalaverissa ja niiden toteutumista valvotaan esimerkiksi merkitsem\textsubscript{a}ll\textsubscript{a} k\textsubscript{a}yt\textsubscript{o}ss\textsubscript{a}

olevaan aikatauluun kerran viikossa tehtävän eteneminen. Aikataulussa voidaan valvoa myös edeltävien ja tulevien tehtävien eteneminen, jolloin voidaan varmistua mestan määrästä ja siten ennakoida työryhmän kokoa. (Ratu S-1228, 12–13.)

3.3.4 Kustannusten suunnittelu ja valvonta

Kustannusten laskentaa ja niiden vertaamista hankkeen tavoitearviossa tehtävälle varattuun summaan kutsutaan *kustannustavoitteen tarkistamiseksi* (kuvio 4). Vertailtaessa tai laskettaessa tehtävän kustannuksia tulee varmistua, että vertailukohtana on sisällöltään samanlainen tavoitearvion nimike. Kun nimike on vastaavuudeltaan erilainen, on tavoite koottava eri nimikkeistä siten, että se vastaa suunniteltavaa kokonaisuutta. (Ratu S-1228, 14.)

Työ-, materiaali- ja kalustokustannukset muodostavat tehtävän kokonaiskustannukset. Kokonaistyömenekin ja tuntihinnan tulo sekä siihen lisättävät arvonlisävero ja sosiaalikustannukset, sikäli kuin ne sisältyvät vertailusummaan, muodostavat työkustannukset. Kun työkustannukset tulevat osaurakan urakkatarjouksesta, tulee tarjoussummaa verrata tavoitearviossa työlle varattuun summaan. Kokonaismateriaalimenekin ja materiaalien yksikköhintojen tulo muodostavat materiaalikustannukset. Materiaalikustannuksia laskettaessa on huomioitava kuljetuskustannukset sekä materiaalihukka, joka on riippuvainen materiaalin laadusta sekä kohteen suunnitteluratkaisuista. Kokonaismateriaalimenekki saadaan laskettua esitetyn materiaalimenekin sekä työn laajuustietojen avulla. Kuten vertailusummissakin, tulee kustannuksiin sisällyttää arvonlisävero. Vuokrausaika sekä kaluston vuokraushintojen tulo muodostavat kalustokustannukset, joihin täytyy huomioida rahtikulut. Vertaamalla kokonaiskustannusta tavoitearvioon saadaan selville, onko työ mahdollista toteuttaa sille varatulla summalla. Kustannusten laskennassa ei ole tarkoitus päästä tavoitearvion summaan, vaan laskennan avulla voidaan selvittää, onko keinoja toteuttaa työ edullisemmin. Jos kustannukset ylittävät asetetun kustannustavoitteen, voidaan kustannusten alentamiseksi muuttaa työryhmän kokoa, materiaaleja, kalustoa, esivalmistusastetta tai teettää työ työkauppana tai aliurakkana. Laatutason sekä työturvallisuuden on säilyttävä. (Ratu S-1228, 14–15.)

Materiaali	määrä	menekki	hukka	materiaalimäärä	yksikköhinta	hinta, €
Julkisivutiili – NRT 270x130x75	740 m ²	42 kpl/m ²	n. 5 %	32688 kpl (= 454 alustaa)	0,45 €/kpl	14710 €
– vaalea tuohi, sileä pinta Muurauslaasti – M100/600	740 m ²	71 kg/m ²	n. 6,5 %	56 tn (= 56 x 1000 kg:n säkki)	45,10 €/tn	2526 €
Muuraussiteet – betoniin – puuhun	270 m ² 470 m ²	4 kpl/m ² 4 kpl/m ²	5 % 5 %	1134 kpl 1974 kpl	0,60 €/kpl 0,15 €/kpl	680 € 296 €
Aukkojen ylityspalkit yms. – kokonaishinta	1 erä				1600 €/erä	1600 €
Bitumihuopakaista	n. 100 m	10 rll			3,5 €/rll	35 €
Yhteensä						19 847 €
Kalustovuokrat						
Työtasot	370 €/viikko x 10 viikkoa			= 3700 €		
Tavarahissi	150 €/viikko x 10 viikkoa			= 1500 €		
Siilo	45 €/viikko x 10 viikkoa			= 4500 €		
Työ- ja kalustokustannukset ovat yhteensä 34 387 €						
Tavoitearvion summa 35 000 € alittuu						

Kuvio 4. Esimerkki kustannustavoitteen tarkistamisesta (Ratu S-1228, 14).

Urakkasopimukseen liitettävä maksuerätaulukko laaditaan kustannusten perusteella. Maksuerätaulukon maksuerät sidotaan aikaan tai valmistuneisiin suoritemääriin. Kaa-
viot, taulukot ja kertyneet laskut sekä tehdyt määrät ovat hyviä keinoja valvoa kustan-
nuksia ja työtunteja. Työn aikaisten kustannusten muodostumista voidaan valvoa seu-
raamalla materiaalimenekkiä, aikataulua, tuotantonopeutta ja kertyviä tunteja. Mahdolli-
siin poikkeamiin suunnitellusta tulee reagoida ajoissa. (Ratu S-1228, 15.)

3.3.5 Tehtävän edellytysten varmistaminen

Tehtävän suorittamisen edellytykset toimivat pohjana sujuvalle ja turvalliselle tehtävän läpi saattamiselle, joten niihin kannattaa paneutua. Keinoja tehtävän edellytysten varmistamiseksi edellytysten täyttymisestä vastuussa oleva henkilö sekä osakohteiden aloitusedellytysten varmistusajankohta ovat asioita, joita on mietittävä tehtäväsuunnitelmaa laadittaessa. Lisäksi koko tehtävän ajan on varmistettava, että edellytykset työn tekemiseksi pysyvät yllä. Kuviossa 5 on esitetty erilaisia tehtävän suorittamisen edellytyksiä, joista tehtäväsuunnitelmaan kirjataan kyseisen tehtävän kannalta tärkeät edellytykset. Tarkistuslista laaditaan kyseisistä tärkeistä edellytyksistä, sillä sitä hyödynnetään aloituspalaverissa sekä mestojen vastaanoton yhteydessä. (Ratu S-1228, 16.)



Kuvio 5. Tehtävän suorittamisen edellytyksiä (Ratu S-1228, 16).

3.3.6 Laatuvaatimusten selvittäminen ja laadunvarmistus

Tehtävän kannalta keskeiset laatuvaatimukset esitetään tehtäväsuunnitelmassa. Laatuvaatimuksia selvitettäessä apuna käytetään työselostuksia, materiaalivalmistajan ohjeita sekä muita hankeasiakirjoja, joissa laatuvaatimuksia on esitetty. Vaatimukset jaetaan materiaalivaatimuksiin, teknisiin vaatimuksiin ja toiminnallisiin vaatimuksiin sekä alustalle ja olosuhteille mahdollisesti esitettyihin vaatimuksiin (esim. tuulen nopeus on maksimissaan 15 m/s). (Ratu S-1228, 18.)

”Materiaalivaatimukset

Materiaalien laatuvaatimukset määrittelevät käytettävät materiaalit riittävän tarkasti. Materiaalien laatuvaatimukset voidaan esittää listana käytettävistä materiaaleista ja niitä koskevista vaatimuksista, esimerkiksi julkisivumuurauksessa NRT 270x130x75, pinta harjattu, sävy naava.

Valmiin pinnan vaatimukset

Valmiin pinnan vaatimuksiin kuuluvat mm. erilaiset toleranssivaatimukset sekä valmiin pinnan ulkonäköön liittyvät vaatimukset, kuten maalauspinnan väri, kiilto sekä pinnan yhtenäisyys silmämääräisesti tarkasteltuna. Laatuvaatimuksia löytyy materiaalivalmistajien ohjeista. Tarkistettavia asioita ovat mm. työn ja peittyvien rakenteiden mittatarkkuusvaatimukset ja valmiin pinnan laatuvaatimukset.

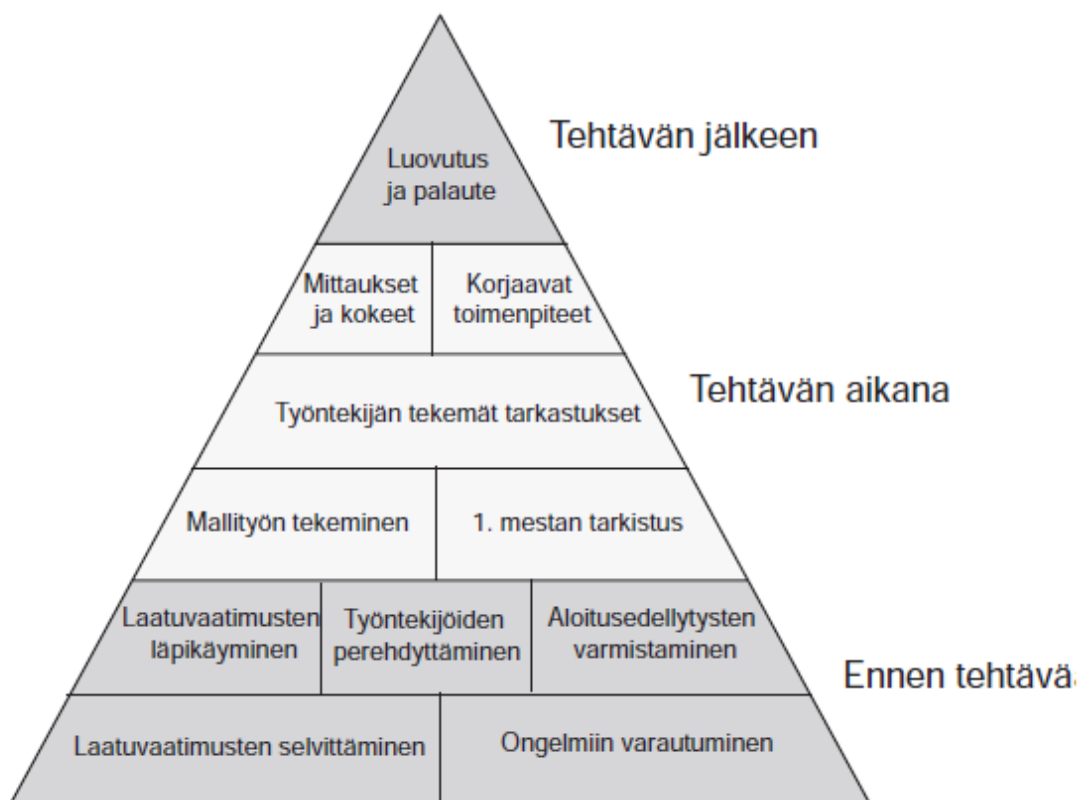
Toiminnalliset vaatimukset

Toiminnalliset vaatimukset liittyvät mm. työsuoritukseen, materiaalien käsittelyyn, työturvallisuuteen, siirtoihin ja nostoihin sekä suojaukseen ja siivoukseen. Nämä ovat tyypillisesti sellaisia, että ainoastaan työntekijä itse työnsä aikana voi varmistaa niiden toteutumisen. Niinpä näiden vaatimusten läpikäynti työntekijöiden kanssa ennen työn aloitusta on erityisen tärkeää. Toiminnallisia vaatimuksia voivat olla esimerkiksi laastin sekoitus-aika tai vaatimukset jätteiden lajittelulle.

Turvallisuusvaatimukset käsittelevät työn turvalliseen tekemiseen vaadittavia seikkoja. Turvallisuusasioista mietitään, mitä vaaroja suunniteltava tehtävä aiheuttaa tekijälleen tai ympäristölle ja muille työntekijöille. Toisaalta myös muista tehtävistä ja ympäristöstä voi aiheutua vaaroja tehtävän tekijälle. Turvallisuusvaatimukset voivat koskea esimerkiksi vaadittavien henkilökohtaisten suojainten käyttöä tai tulitöiden tekemiseen liittyviä varoaikoja.” (Ratu S-1228,18.)

Tehtäväsuunnitelmassa laatuvaatimukset esitetään selkeästi, jotta se on työmaalla helposti tarkistettavissa. Yleisiin lähteisiin tehtävät viittaukset on kirjoitettava auki. Tarkistuslistat ja ohjeet laaduntäyttymisen toteamisesta laaditaan työn aikana tarkistettavista asioista. Tarkistuslistojen tulee sisältää tarkastettavat asiat, niiden hyväksymisperusteet ja mittausohjeet tarvittaessa. Tarkistuslistat ja ohjeet voidaan esittää tehtäväsuunnitelmassa liitteinä. (Ratu S-1228, 19.)

Laadunvarmistusketju esitetään tehtäväsuunnitelmassa. Sen muodostavat tarkastukset, palaverit sekä mittaukset. Pääpiirteissään suunnitellaan palaverien ajankohdat, osallistujat sekä käsiteltävät asiat. Osakohteet ja työvaiheet, joista tehdään mallityö, suunnitellaan tehtävän aikataulun ja työkokonaisuuden mukaan. Laadunvarmistuksen tulee jatkua koko tehtävän keston ajan (kuvio 5). (Ratu S-1228, 19.)



Kuvio 6. Työnaikainen laadunvarmistus (Ratu S-1228, 21).

4 TEHTÄVÄSUUNNITELMA MAANVASTAISESTA ALAPOHJASTA

4.1 Työmaan turvallisuusvelvoitteet

Päätoteuttajan tulee huolehtia tarpeellisesta yleisjohdosta turvallisuuden ja terveyden kannalta, eri osapuolten välisestä yhteistoiminnasta sekä tiedonkulun järjestämisestä. Toimintojen yhteensovittaminen, työmaa-alueen ja töiden suunnittelu, siisteys ja järjestyks, ovat myös asioita, joista päätoteuttaja vastaa. Muun tuotannonsuunnittelun osana päätoteuttaja vastaa rakennustyön turvallisuussuunnittelusta sekä työmaan tarkastustoimenpiteistä. (Ratu 0445, 15.)

Urakoitsijan tulee tehdä työsuunnitelma ja hyväksyttää se rakennuttajalla ja suunnittelijalla. Urakoitsijan on huolehdittava työn tekemisestä siten, että siitä ei aiheudu vaaraa tai haittaa muille työmaan tai työmaan ulkopuolisille henkilöille. Työssä käytettävien koneiden ja laitteiden turvallisuudesta vastaa jokainen urakoitsija ja itsenäinen työnsuorittaja omalta osaltaan. Urakoitsijan tulee suorittaa sekä toimittaa kopiot päätoteuttajan edellyttämien tarkastustoimenpiteiden suorittamisesta. Työnantajien on huolehdittava ja varmistuttava, että työntekijöillä on riittävä kokemus sekä perehdytys kyseiseen tehtävään, toimintatapoihin ja olosuhteisiin. Jokaisen yksittäisen työntekijän tulee noudattaa annettuja työturvallisuusohjeita, käyttää henkilökohtaisia suojaimia sekä aktiivisesti puuttua havaitsemiinsa epäkohtiin. (Ratu 0445, 15.)

4.2 Tehtävän sisältö

Alkutilanne

- edeltävät tehtävät ovat valmiit
- työkohde on siivottu ja rauhoitettu ennen jokaista alkavaa työvaihetta
- työkohde on tarkastettu tarkastuslistan mukaisesti
- työvaiheessa tarvittavat materiaalit, työvälineet, koneet ja kalusto ovat työmaalla
- työvaiheessa tarvittavat ARK ja RAK kuvat sekä rakennusselostus ovat työryhmän käytössä.

Työn sisältö

- tässä kohdassa ilmoitetaan työvaiheittain työn määrä, esim. Betonointi 400m²
- sovitaan mallitöiden tekemisistä, joista pidetään mallikatselmus
- työ vastaanotetaan osakohteittain tarkastuslistan mukaisesti

Lopputilanne

- työ on tarkastettu ja vastaanotettu kokonaisuudessaan
- laaturaportit ja materiaalitodistukset on palautettu vastaavalle työnjohtajalle
- kohde on siivottu, jätteet lajiteltu ja suojaukset poistettu
- kalusto, ylimääräiset aineet ja tarvikkeet yms. on viety pois. (Rakennustöiden laatu 2017, 43.)

4.3 Tehtävän potentiaalisten ongelmien analyysi

Kuvioissa 7 ja 8 on esitetty maanvastaiselle alapohjalle tyypillisiä toiminnallisia, teknisiä ja hankinnan ongelmia. Kuvioissa käydään läpi itse ongelma, jonka jälkeen pohditaan ongelman aiheuttamia seurauksia sekä ongelman torjuntatapaa.

Potentiaalisten ongelmien analyysi		
Ongelma	Seuraus	Torjunta
Toiminnalliset ongelmat:		
Huolimaton varastointi	Materiaalien käyttökelvottomuus	Varastointisuunnitelman teko
Mestan loppuminen	Lisäkustannukset, Aikatauluviivästys	Hyvä ennakkosuunnittelu, Aikatauluseuranta, Oikean kokoiset työryhmät
Kalustorikot	Töiden keskeytyminen, Lisäkustannukset, Aikatauluviivästys	Kaluston huoltaminen, Oikea kaluston käyttö
Urakoitsijan epäpätevyys	Laadun heikkeneminen, Aikatauluviivästys, Turvallisuusriski	Riittävä perehdytys, Riittävät referenssivaatimukset, Ohjauspalaverit
Työtapaturmat	Lisäkustannukset, Työryhmän vaihtuvuus, Aikatauluviivästys	Perehdytys, Henkilökohtaisten suojainten käyttö
Työmaan epäjärjestys	Työturvallisuusriskit	Jätteiden siivoaminen, lajittelu ja poiskuljetus
Varomaton täytön teko	Putket liikkuvat, Kaltevuusmuutokset, Lisäkustannukset ja Lisätyöt	Huolellinen täyttö, Putkenvierustojen täyttö lapiolla
Raudoitteiden päät ilman suojaa	Työturvallisuusriskit	Suojataan raudoitteiden päät
Raudoitteet liikkuvat töiden aikana	Laatuvaatimukset eivät täyty, Lisätyöt, Rakennusvirheet	Huolellinen sidonta, Riittävä välikkeiden käyttö, Tarkastukset
Huono betonin jälkihoito	Betonilattian halkeilu, Huono lujuuskehitys, Rakennusvirheet	Jälkihoidon ennakkosuunnittelu, Huolellinen toteutus

Kuvio 7. Toiminnalliset ongelmat (T. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 14.1.2018).

Tekniset ongelmat:		
Käytettävien materiaalien väärä / huono laatu	Aikatauluviivästyksset, Lisäkustannukset, Mahdolliset rakennusvirheet	Laatuvaatimusten tarkastus, Huolellinen varastointi
Putkiliitosten tiiveys	Vuodot putkissa, Lisätyöt, Lisäkustannukset, Rakennusvirheet	Liitos- ja kulmakappaleiden oikea käyttö, Tarkastukset
Riittämätön tiivistys	Painumat, Betonilaatan halkeilu, Lisäkustannukset	Riittävä täytön tiivistys, Tarkastukset ja mittaukset
Lämmöneristyslevyjen saumojen tiiveys	Betonin pääsy levyjen alle, Betonipaksuuden virheet	Huolellinen ladonta, Mahdollinen tiivistys
Mittalinjojen epätarkkuudet	Mittavirheet, Laadun heikkeneminen, Lisäkustannukset	Mittauskaluston tarkastus, Huolellisuus, Suunnitelmatarkkuus
Talviolosuhteet	Routa, Työn hidastuminen, Turvallisuusriskit	Sääsuojaus, Lämmitys, Varovaisuus
Betonin jäätyminen	Huono lujuuskehitys, Lisätyöt, Lisäkustannukset	Oikea lämmitys, Riittävä suojaus
Reikiä valussa	Ulkonäkö, Lisätyöt, Lisäkustannukset	Sopiva valunopeus, Riittävä vibraus
Hankinnan ongelmat:		
Materiaalitoimitusten myöhästyminen	Aikatauluviivästyksset, Lisäkustannukset	Riittävän aikainen tilaus, Ennakkosuunnittelu
Väärät materiaalitoimitukset	Aikatauluviivästyksset, Lisäkustannukset	Hankinnan huolellisuus
Väärät materiaalimäärät toimituksissa	Aikatauluviivästyksset, Lisäkustannukset	Huolellinen laskenta, Lähetyslistojen tarkistus

Kuvio 8. Tekniset ja hankinnan ongelmat (T. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 14.1.2018).

4.4 Tehtävän aikataulu ja välitavoitteet

Tässä kohdassa esitetään:

Yleisaikataulun mukainen aloitus vk. __ maanantai

Yleisaikataulun mukainen työn valmistuminen vk. __ perjantai

Yleisaikataulun mukainen kesto työlle __ työvuorokauden

(Rakentamisen laatu 2017, 43-44.)

Tehtävän välitavoitteina voidaan esimerkiksi käyttää työvaiheita:

1. välitavoite putkiasennus valmis vk __

2. välitavoite täytöt valmis vk __

3. välitavoite lämmöneristys valmis vk __

4. välitavoite raudoitus valmis vk __

(T. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 14.1.2018.)

4.5 Laatuvaatimukset

Alla olevissa luvuissa käydään läpi kunkin työvaiheen laatuvaatimukset ajatellen maan-
varaista alapohjaa yleisesti.

4.5.1 Putkiasennus

Kun asetetut kansalliset vaatimustasot käyttökohteessa täytetään, osoitetaan tuotteen
kelpoisuus ensisijaisesti CE-merkinnällä. Ministeriön tuotehyväksynnällä tai rakennus-
paikkakohtaisilla kokeilla voidaan osoittaa tuotteiden ominaisuudet luotettavasti, jollei
kelpoisuutta ole CE-merkinnällä osoitettu. (MaaRYL 2010, 85.)

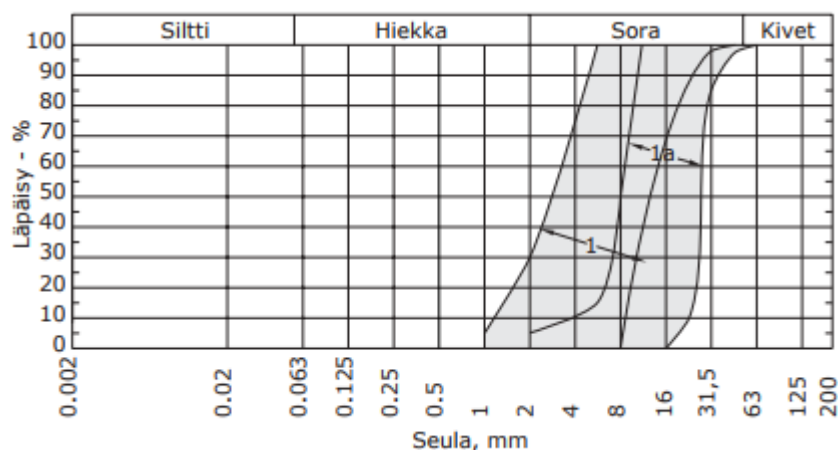
Putkikaivanto kaivetaan kyllin leveäksi, jotta putkien asentaminen on mahdollista. Putki-
kaivannon pohja kallistetaan ja tiivistetään siten, että tiiveys vastaa alusrakennetta. Ki-

vet, jotka voivat vahingoittaa putkia, tulee poistaa kaivannosta. Kun työtä tehdään talvella, tulee kaivannosta poistaa lumi ja jää ennen tasausta ja täyttöä. Louhekerroksen päällä estetään täytön variseminen riittävällä tiivistämisellä ja vähintään luokan N3 suodatinkankaalla. Kiviainesarina tehdään sorasta tai murskeesta. Käytettävän materiaalin rakeisuus on 0/32 tai raekoko enintään 2/3 kerroksen paksuudesta, enintään kuitenkin 150 mm. Arinan suunnitelma-asiakirjoissa esitetyt sijainti-, asema- ja kaltevuusvaatimukset tulee täyttyä. Suurin sallittu epätasaisuus on ± 10 mm / 3 m ja paksuuden poikkeama enintään +0,1 m. Suunnitelma-asiakirjoissa osoitetusta asennusalustan yläpinnan tasosta suurin sallittu valmiin asennusalustan poikkeama on ± 15 mm / 3 m. Asennusalustan tulee täyttää sille asetetut tiiviysvaatimukset, joissa pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste on ≥ 90 % tai tiiviyssuhde $\leq 2,9$. Lankkuarinan lankkujen tulee olla pitkäisarinoissa vähintään 50 mm paksuja ja 3 m pitkiä sekä pohjavedenpinnan yläpuolella kyllästettyjä. Asennettavien muoviputkien tulee olla PVC-, PE- tai PEH-muoviputkia. (MaaRYL 2010, 84–86.)

Putkikaivantojen täytöt tulee tehdä materiaalilla, joka sopii kaikille kaivannossa oleville putkille. Ennen täyttöä on varmistuttava putkien vahingoittumattomuus, oikea sijainti sekä oikea asennus. Putket eivät täytön aikana saa päästä vahingoittumaan tai liikkumaan. Täyttömateriaalina käytetään raekooltaan enintään 0,1 x putken sisäläpimitta olevaa hiekkaa tai soraa. Putkikaivannon täytön tulee yksittäiseltä tiiviysasteeltaan olla ≥ 92 % tai tiiviyssuhteeltaan $\leq 2,8$. Tiiviysaste todetaan mittauksin 20 metrin välein ja tiiviyssuhde 10 metrin välein. (MaaRYL 2010, 84–86.)

4.5.2 Täytöt

Sisäpuolisten täyttöjen materiaalina kapillaarikatkossa käytetään kuvion 9 kohdan 1a mukaisia rakeisuuksia. Kiviaineksen hienoainespitoisuus ja rakeisuusjakauma tulee määrittää kerran 1 000 t kohti. Kapillaarikatkon tasaamista suoraksi eristelevyjen asennusta varten voidaan helpottaa laittamalla karkeamman kapillaarikatkosepelin päälle enintään 50 mm:n kerros hienompaa sepeliä. Maanvaraisen lattian eristeiden alle tehdään minimissään 300 mm paksu kapillaarikatkokerros. Kerroksen tulee olla vähintään 20 % paksumpi, kuin käytetyn kiviaineksen määritetty vedennousukorkeus. (MaaRYL 2010, 78–79.)



Kuvio 9. Täyttöjen rakeisuusvaatimukset (MaaRYL 2010, 78).

Suunnitelmien mukaisesta kapillaarikatkerroksen yläpinnan tasosta suurin poikkeama saa olla -20 mm. Kapillaarikatkerroksen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset on esitetty kuviossa 10. (MaaRYL 2010, 80–81.) Kapillaarikatkerrosta ei saa tiivistää routaisen maan päälle, vaan pitää varmistua alla olevan pohjan roudattomuudesta. Routaisen maan päälle tiivistettäessä syntyy painaumia, kun routa sulaa. (Betonilattiat 2002, BY45/BLY7, 21.)

		Laatuluokka		
		1 (teollisuusrak., kerrostalo)	2 ¹⁾ (pientalo)	3 (kevytvarasto)
Pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste	%	≥ 92	≥ 90	≥ 87
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo (pudotuspaino- tai levykuormituslaite)	MN/m ²	E ¹ ≥ 50	E ¹ ≥ 40	–
Tiiviyssuhde kevyt pudotuspainolaite (kun pohjalevyn halkaisija on 132 mm ja kerrospaksuus 200...300 mm ^{2) 3)})	E _{max} /E ₁	2,8	2,9	3,0

Kuvio 10. Kapillaarikerroksen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset (MaaRYL 2010, 81).

4.5.3 Lämmöneristys

Maanvastaisen alapohjan eristeen tulee olla käyttötarkoitukseensa soveltuvaa ja asetettujen vaatimusten mukaista sekä sen tulee kestää koko rakenteen käyttöiän ajan (Betonilattiat 2002, BY45/BLY7, 23). Maanvastaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään 0,16 W/m²K (RakMK C3, 7). Lämmöneristys voidaan lämpötekniisesti sijoittaa joko laatan ylä- tai alapuolelle. Alapuolista lämmöneristystä kuitenkin puoltaa kosteustekninen tutkinta.

Eristysmateriaalien ominaisuudet:

- Paisutetut solupolystyreenieristeet (EPS) kestävät pitkäaikaista kuormitusta 15–140 kN/m² 2 %:n kokoonpuristumalla. Kimmomoduulit vaihtelevat välillä 2–15 MN/m².
- Suulakepuristetut solupolystyreenieristeet (XPS) kestävät pitkäaikaista kuormitusta 50–250 kN/m². Kimmomoduulit vaihtelevat välillä 7–20 MN/m².
- Maanvastaisiksi tarkoitetut mineraalivillaeristeet kestävät enimmillään 80 kN/m² kuormitusta 10 %:n kokoonpuristumalla.
- Kevytsoralle sallitaan puristusrasitusta 200 kN/m² siten, että painuma on 0,5 % kerrospaksuudesta.
- Kevytsorabetonien puristusrasitus vaihtelee tiheydestä riippuen 400–800 kN/m².

Eristyslevyt tulee asentaa tiiviisti toisiaan vasten siten, ettei niiden saumoihin tunkeudu betonimassaa. Niissä mahdollisesti olevat kanavat puhdistetaan ja suojataan tukkeutumiselta ennen betonointia sekä puhdistetaan betonoinnin jälkeen. Valmiin lämmöneristyskerroksen paksuus ei saa poiketa suunnitelma-asiakirjoissa esitetystä nimellispaksuudesta yli 5 %. (RunkoRYL 2010, 145.)

4.5.4 Raudoitus

Raudoittamiseen käytettävien betoniterästen tulee olla Suomessa voimassa olevien kansallisten tai kansalliseksi vahvistettujen standardien mukaisia. Raudoitteista tulee tarkastaa SFS-standardimerkintä. Tiehallinnon ohjeen mukaan arvioidaan teräksen ruostumista. Teräs ei saa olla niin ruostunut, että se heikentää teräksen toiminnallisia ominaisuuksia, ja sen halkaisija saa ruostumisen takia pienentyä enintään 2,5 %. Raudoitteet tulee varastoida siten, etteivät ne joudu syövyttävien tai muiden haitallisten aineiden vaikutuksen alaiseksi. Välikkeiden, jotka tukevat raudoitusta, tulee olla ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne eivät heikennä rakenteen ominaisuuksia. Suunnitelma-asiakirjoissa asetetut mitta-, mittapoikkeama- ja raudoitteiden asemavaatimukset tulee saavuttaa raudoitustyössä. Suunnitelma-asiakirjojen mukaan toteutettava raudoitteen betonipeitteen nimellispaksuus toteutetaan siten, että myös työteräksset saavuttavat ympäristön rasitusluokan betonipeitteen vähimmäisarvon. (RunkoRYL 2010, 147–148.) Raudoitteita on käsiteltävä siten, ettei niihin synny pysyviä muodonmuutoksia. Valmiin raudoituksen tulee täyttää aseman ja rakenteen mittojen osalta kuvion 11 vaatimukset. (RakMK B4, 50.)

Rakenne- luokka	$\frac{a}{d} \leq 200$ Δ mm	$200 < \frac{a}{d} \leq 500$ Δ mm	$500 < \frac{a}{d} \leq 2000$ Δ mm	$\frac{a}{d} > 2000$ Δ mm
1	5	10	20	30
2	10	20	30	50

a = poikkileikkauksen mitta tarkasteltavassa suunnassa, mm
 Δ = sallittu mittapoikkeama, mm

d = poikkileikkauksen tehollinen korkeus, mm

Kuvio 11. Pääraudoituksen sijainnin sallitut mittapoikkeamat (RakMK B4, 50).

4.5.5 Betonointi

Betonin lujuusluokan, säilyvyyden ja muiden ominaisuuksien tulee olla suunnitelma-asia-
kirjojen mukaiset ja sementin sekä lisäaineiden tulee olla CE-merkittyjä. Betonilattioissa
käytetään luokitusjärjestelmää, johon on otettu yleiset laatutekijät, joilla on tärkeä merki-
tys lattian kestävyydelle tai käytölle.

Laatutekijät on luokiteltu seuraavasti:

- tasaisuus ilmoitetaan kirjaimin A0, A, B ja C, joista A0 on vaativin
- kulutuskestävyys esitetään numeroin 1, 2, 3 ja 4, joista luokka 1 on
vaativin
- muut laatutekijät, kuten betonin lujuus, pintabetonin tartunta alustaan,
paksuusvaihtelut ja raudoituksen sijainnin vaihtelut, ilmoitetaan betonin lu-
juusluokan vastaavina numeroarvoina 60, 50, 40 ja 30, joista 60 on vaati-
vin. (Betonilattiat 2002, BY45/BLY7, 1.)

Näiden luokitusperusteiden mukaisesti luokka ilmoitetaan kirjain-numeroyhdistelmällä,
esimerkiksi B-3-40, jossa ensimmäinen kirjain ilmaisee tasaisuusvaatimuksen, ensim-
mäinen numero ilmaisee kulutuskestävyyden ja viimeinen numero muut laatutekijät.
Tällä luokitusohjeella määritellään lattian minimilaatutaso. Laadun taso määräytyy lattian
käyttötarkoituksen mukaan kuvion 12 mukaisesti. (Betonilattiat 2002, BY45/BLY7, 1–2.)

Kohde	Laatuluokka		
	Tasaisuus ¹⁾	Kulutuskestävyys	Muut laatutekijät
Asunnot, toimistot ja muut päällystettävät lattiat			
- ei käytetä tasoitetta	A	4	30
- käytetään itsestään leviävää tasoitetta	C	4	30
- parvekkeet, käytävät ym. kylmät tilat ³⁾			
Teollisuusiittiat			
- tasaisuus tärkeä laatutekijä, kuten korkeat varastot (esim. trukkilienne)	A (A ₀)	3	40 ²⁾
- kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	C (B)	2	50 ²⁾
- teollisuusiittiat yleensä (esim. pienteollisuustalot, kevyt teollisuus)	C	3	30
- pinnan karheus (1.5.6) tärkeä laatutekijä esim. kylmät pysäköintitilat ja lastauslaiturit, kohta 3.4.3			
Toisarvoiset päällystämättömät tilat			
-esim. kellaritilat asuinrakennuksissa	C	4	30

Kuvio 12. Laatutekijöiden valintaohje (Betonilattiat 2002, BY45/BLY7, 2).

Tasaisuutta arvosteltaessa tarkastellaan lattian hammastusta, aaltoilua ja kaltevuusvirheitä. Tasaisuutta verrataan vaakasuoraan tasoon ja lattian ollessa kalteva nimelliskaltevuuteen. Suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat on esitetty kuviossa 13, eikä niitä saa asuin- ja toimistorakentamisessa missään lattian kohdassa ylittää. Tasaisuus ilmoitetaan 1 mm:n tarkkuudella ylöspäin pyöristettynä. (Betonilattiat 2002, BY45/BLY7, 4.)

Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]			
		A ₀	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaaka-suorasta tai nimellis-kaltevuudesta (katso kuvat 1.1 ja 1.2)	enintään 200	1	2	3	4
	enintään 700	2	4	6	8
	enintään 2000	4	7	10	14
	enintään 7000	7	10	14	20
	yli 7000	10	14	20	28

Kuvio 13. Suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat (Betonilattiat 2002, BY45/BLY7, 4).

Kulutuskestävyyden vaatimuksina ovat kuviossa 14 esitetyt arvot. Kulutuskestävyyskoe tehdään kolme kertaa ja niistä kolmesta kerrasta yksi saa ylittää vaatimuksen 25 % sillä

ehdolla, että toiset kaksi täyttävät vaatimukset. Mittaustulos ilmoitetaan 0,1 mm tarkkuudella. (Betonilattiat 2002, BY45/BLY7, 6.)

Suurin sallittu kuluminen [mm]		Luokka			
		1	2	3	4
2000	kierroksella	1	3	6	-
800	kierroksella	-	-	-	8

Kuvio 14. Lattian kulutuskestävyysvaatimukset (Betonilattiat 2002, BY45/BLY7, 6).

Betonin lujuusluokan tulee olla vähintään luokitusjärjestelmän luokan viimeisen numeron suuruinen; esimerkiksi luokassa x-x-40 lujuuden tulee olla K40. Tartuntalujuustulosten keskiarvon tulee olla 0,8 MN/m² kaikissa muissa luokissa (60, 50 ja 40) paitsi luokassa 30 riittää 0,6 MN/m². Paksuuspoikkeamat eli laatan paksuuden vaihtelut nimellispaksuuteen saavat olla välillä -15...+20 % kuitenkin niin, että mittaustulosten keskiarvon on oltava vähintään nimellispaksuuden suuruinen. Raudoituksen suurimmat sallitut vaihtelut on esitetty kuviossa 11. Laatalle voidaan joutua asettamaan myös muita laatuvaatimuksia. Näitä muita laatuvaatimuksia kutsutaan *luokittelemattomiksi*. Luokittelemattomia laatuvaatimuksia ovat kuivuminen, kemiallinen kestävyys, säänkestävyys, vesitiiviys, karheus, sähkönjohtavuus ja ulkonäkö. (Betonilattiat 2002, BY45/BLY7, 8–13.)

5 YHTEENVETO

Työssä esiteltiin aluksi tehtäväsuunnittelua tuotannonsuunnittelun osana, jotta olisi helpompi ymmärtää suurta kokonaisuutta, johon tehtäväsuunnittelu liittyy. Tehtäväsuunnittelua käytiin läpi yleisellä tasolla ilman nimettyä tehtävää. Yleisellä tasolla läpikäyminen antaa selvän kuvan siitä, mitä tehtäväsuunnitelmaa tehdessä tulee pohtia ja ottaa huomioon, mikä helpottaa myös tunnistamaan sellaisia tehtäviä, joista olisi hyvä tehdä tehtäväsuunnitelma.

Työn edetessä käytiin perusteellisesti läpi maanvastaisen alapohjan tehtäväsuunnitelmaan tulevat asiat, kuten työn sisältö, aikataulut, työmaan turvallisuus, riskien tunnistaminen sekä laatuvaatimukset työvaiheittain.

Esimerkkikohde esiteltiin työssä alapohjarakenteita ja niihin liittyviä työvaiheita lukuun ottamatta pintapuolisesti. Alapohjarakenteet, työtavat sekä käytetyt materiaalit käytiin työssä läpi työvaiheittain. Alapohjarakenne rajattiin esimerkkikohteen rakenteiden mukaisesti.

Opinnäytetyön tärkein ja suurin osa oli varsinaisen tehtäväsuunnitelmalomakkeen tekeminen yritykselle. Kokonaisuudessaan työn teoriaosuus pohjusti tehtäväsuunnitelmalomakkeen tekoa ja sen sisältöä, sillä työssä esiteltiin kaikki tehtäväsuunnitelman vaiheet, niiden sisällöt ja vaatimukset.

Tehtäväsuunnitelmalomake tehtiin esimerkkikohteen ollessa käynnissä, joten sitä ei päästy käyttämään vielä tässä kohteessa. Tehtäväsuunnitelmalomakkeen teko yhden kohteen perusteella saattaa aiheuttaa myöhemmässä käytössä vielä joitain muutoksia, joita tässä ei voitu huomioida. Tarkoituksena oli kuitenkin tehdä yleispätevä lomake jatkokäyttöön maanvastaisille alapohjille ja siinä onnistuttiin hyvin.

LÄHTEET

<https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1001-36-41.pdf>.

BY45/BLY7. 2011. Betonilattiat 2002. Vaajakoski: Suomen Rakennusmedia Oy.

Junnonen, J.-M. & Kankainen, J. 1999. Tehtäväsuunnittelu ja -valvonta rakentamisessa. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Petrow, S. Maanvaraiset betonilattiat. Viitattu 16.1.2018

Sisäasiainministeriö. Rakentamismääräyskokoelma C3, 7.

Sisäasiainministeriö. Rakentamismääräyskokoelma B4, 50.

Ratu S-1229. 2011. Rakennustyömaan projektisuunnitelma. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ry.

Ratu S-1228. 2010. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto RT ry.

Ratu 0445. 2017. Täyttö. Helsinki: Rakennustieto RT ry.

MaaRYL 2010. Talonrakennuksen maatyöt. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RunkoRYL 2010 Talonrakennuksen runkotyöt. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6021. 2013. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto RT ry.

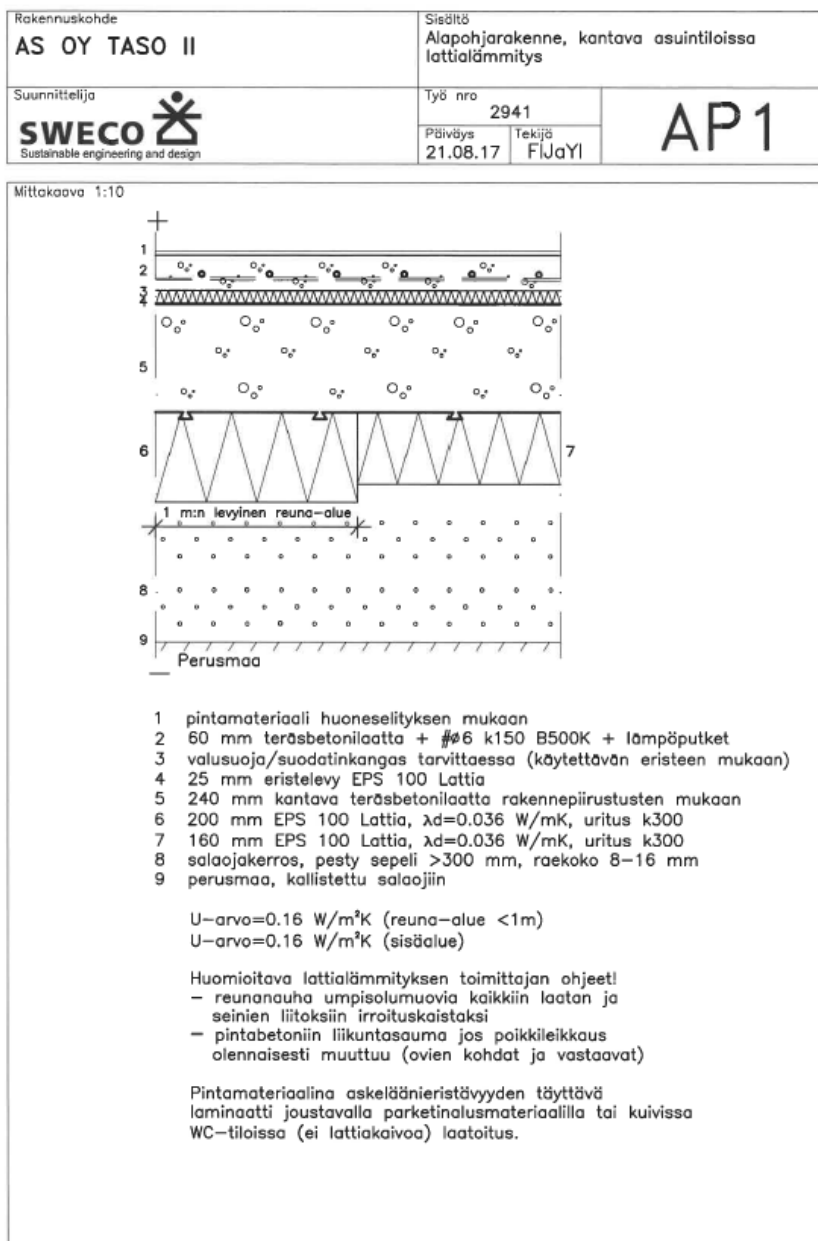
Ratu KI-6029. 2017. Rakennustöiden laatu 2017. Helsinki: Rakennustieto RT ry.

<http://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/betonin-kuljetus-ja-siirto/> [Viitattu 10.1.2018]

http://www.thermisol.fi/uploads/pdf/materiaalipankki/Thermisol_tuoteluettelo_netti.pdf

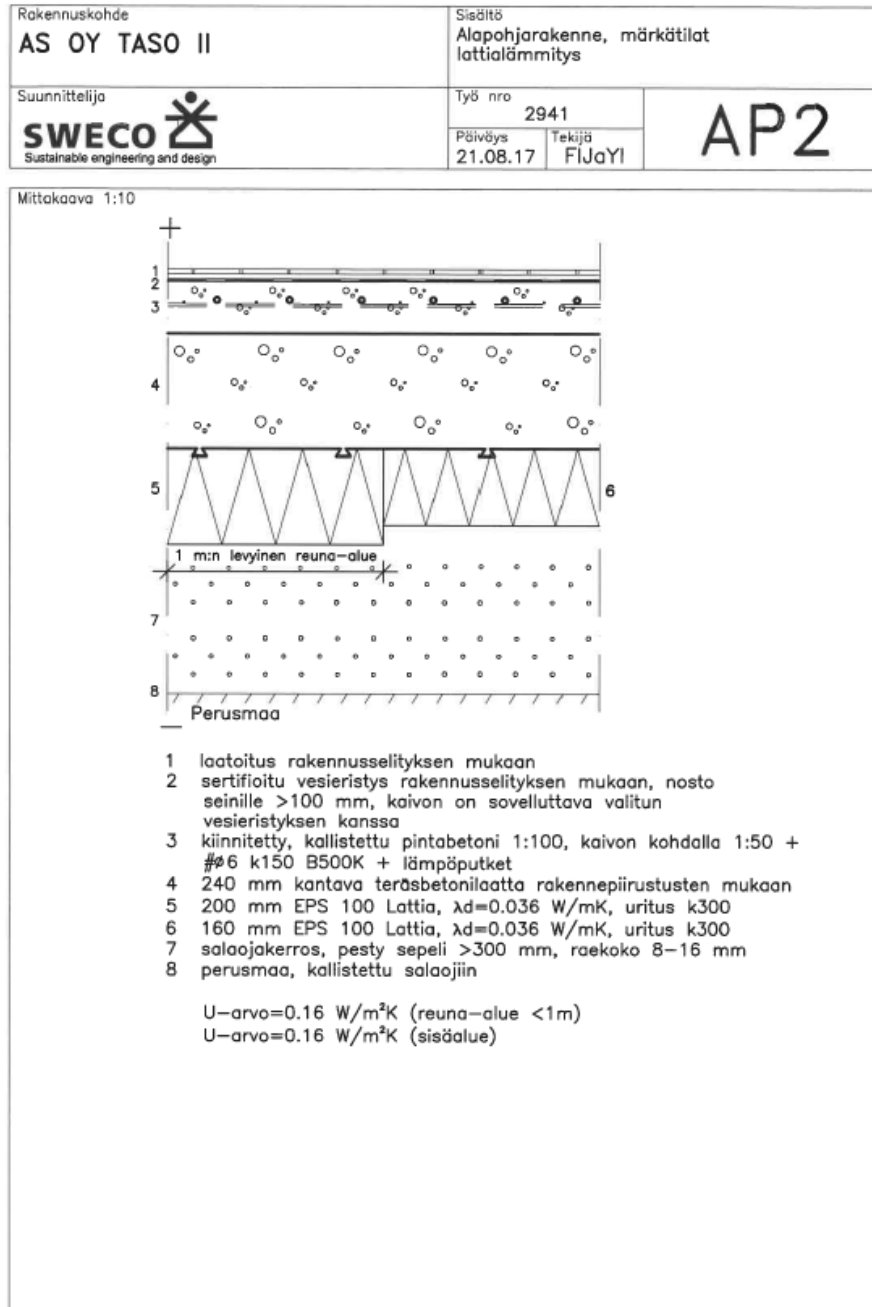
Suomen Riskienhallintayhdistys. [Viitattu 9.1.2018.] <https://www.pk-rh.fi/tools/poa-analyysi.html>

Asuintilojen alapohjarakenne

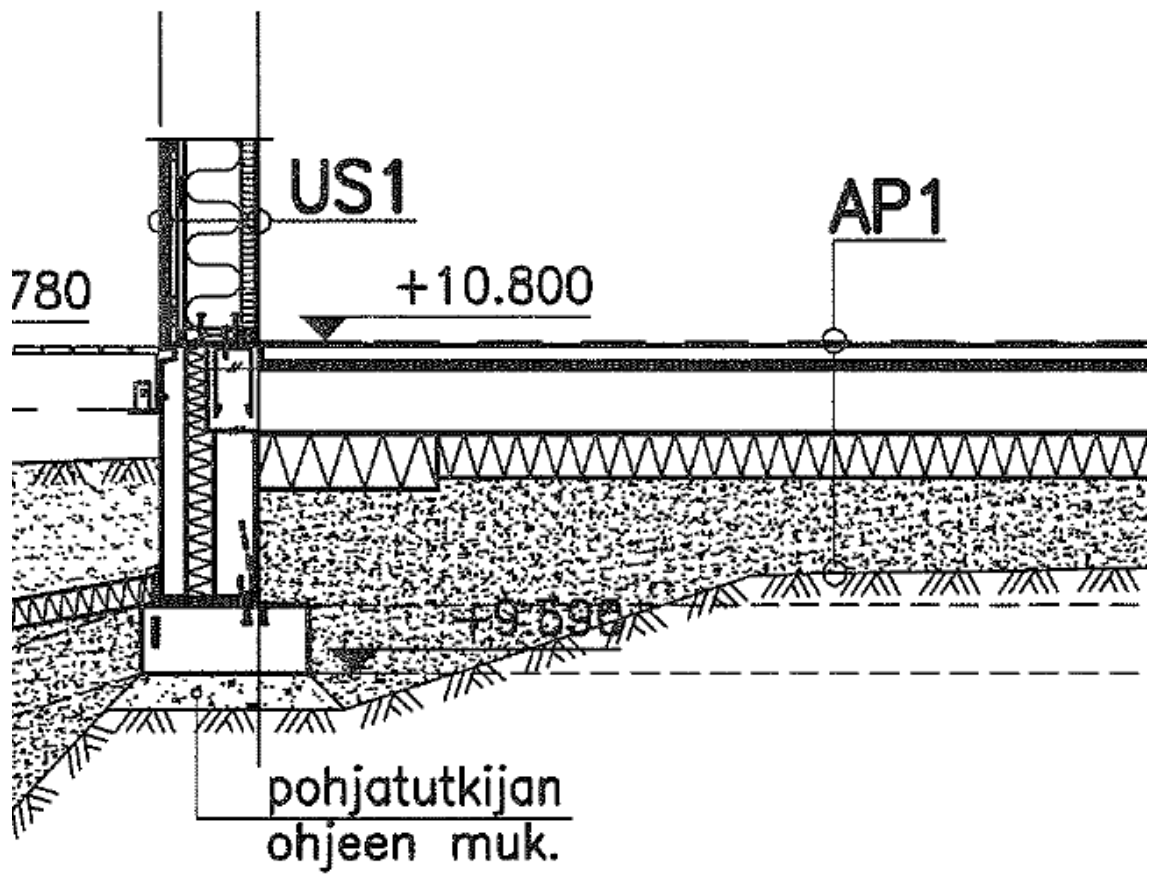


Liite 1. Asuintilojen alapohjarakenne.

Märkätilojen alapohjarakenne



Liite 2. Märkätilojen alapohjarakenne



Liite 3. Kantavan teräsbetoniilaatan liittyminen sokkelipalkkiin.